

การวัดปริมาตรเต็มระดับต่ำในน้ำบาดาล และ น้ำฝน
โดยใช้เครื่องวัดรังสีแบบซิลทิลเลขชั้นของเหลว

นายพิสิฎฐ์ สุนทรภักย์



ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

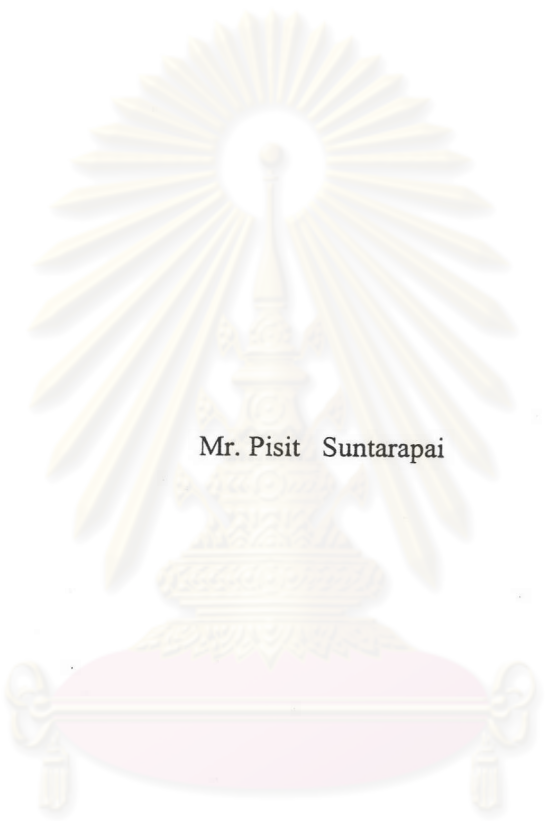
ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-635-779-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17380510

LOW-LEVEL TRITIUM MEASUREMENT IN GROUND WATER AND
RAIN WATER USING LIQUID SCINTILLATION COUNTER



Mr. Pisit Suntarapai

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

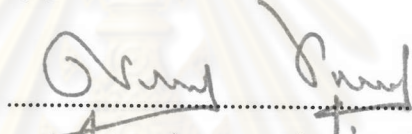
Chulalongkorn University

Academic Year 1996

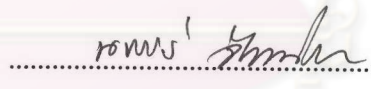
ISBN 974-635-779-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวัดปริมาณตรีเทียมระดับต่ำในน้ำบาดาล และ น้ำฝน โดยใช้
เครื่องวัดรังสีแบบซิลทิลเลชันของเหลว
โดย นายพิสิษฐ์ สุนทรารักษ์
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นางสาวสมคิด บัวเพ็ญ

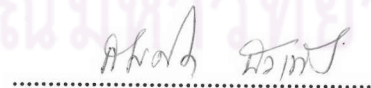
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นางสาวสมคิด บัวเพ็ญ)


..... กรรมการ
(อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

พิธีกรรม สุทรภักย์ : การวัดปริมาณตรีเทียมระดับต่ำในน้ำบาดาลและน้ำฝนโดยใช้เครื่องวัดรังสีแบบซิลทิลเลชันของเหลว (LOW-LEVEL TRITIUM MEASUREMENT IN GROUND WATER AND RAIN WATER USING A LIQUID SCINTILLATION COUNTER)

อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ชยากริต ศิริอุบลัมภ์ , อ. ที่ปรึกษาร่วม : นางสาวสมคิด บัวเพ็ง , 55 หน้า . ISBN 974-635-779-4.

ได้ทำการวัดปริมาณตรีเทียมระดับต่ำในน้ำจากธรรมชาติ ได้แก่ น้ำฝนและน้ำใต้ดิน โดยวิธีการเพิ่มความเข้มข้นตรีเทียมโดยใช้วิธีเทคนิคอิเล็กโตรลิซิส 1 ชั้น เพิ่มความเข้มข้นขึ้นประมาณ 30 เท่า และวัดรังสีแบบซิลทิลเลชันของเหลว ทำให้สามารถวัดปริมาณตรีเทียมในตัวอย่างน้ำได้ในระดับขีดจำกัดต่ำสุด 0.1 TU โดยที่วิธีการวัดปริมาณตรีเทียมโดยไม่ผ่านการเพิ่มความเข้มข้นจะมีขีดจำกัดต่ำประมาณ 3.5 TU ที่ระดับความแรงรังสีของแบคกราวด์ในการทดลอง

การวัดปริมาณตรีเทียมในน้ำฝนที่เก็บตัวอย่างระหว่างปี 2538 - 2539 ในพื้นที่แถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลาง และภาคใต้ พบว่ามี Tritium content อยู่ระหว่าง 2.0 ± 0.1 ถึง 8.2 ± 0.1 TU ในระหว่างปีเดียวกันปริมาณตรีเทียมที่เก็บจากน้ำฝนบริเวณสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ มีค่าสูงอยู่ระหว่าง 7.5 ± 0.1 ถึง 22.1 ± 0.5 TU ส่วนการวัดปริมาณตรีเทียมในน้ำบาดาลจากจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม มีค่าระหว่าง 0.1 ± 0.0 ถึง 4.1 ± 0.2 TU

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2539

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

C618712: MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY

KEY WORD: LOW-LEVEL TRITIUM MEASUREMENT / GROUND WATER / RAIN WATER / LIQUID SCINTILLATION. PISIT SUNTARAPAI : LOW-LEVEL TRITIUM MEASUREMENT IN GROUND WATER AND RAIN WATER USING A LIQUID SCINTILLATION COUNTER. THESIS ADVISOR: ASST.PROF. CHAYAKRIT SIRIUPATHAM. THESIS CO-ADVISOR : MISS SOMKID BUAPENG. 55 pp. ISBN 974-635-779-4

The measurement of low level tritium content in some natural water samples : rain water and ground water samples were conducted using electrolytic enrichment method and ultra low level liquid scintillation counting, enabled measuring tritium content in water samples down to a detection limit of 0.1 TU . As for the same measurement without enrichment the minimum detection limit is calculated to be 3.5 TU .

The measurement of tritium content in rain water samples collected during 1995 - 1996 from Northeast , East , Central and South were found to be from $2.0 \pm 0.1 - 8.2 \pm 0.1$ TU . In the same period , the tritium content in rain water collected at the Office of Atomic Energy for Peace were found to be $7.5 \pm 0.1 - 22.1 \pm 0.5$ TU . The measurement of tritium content in ground water samples from Khonkaen and Mahasarakham collected during 1995 - 1996 were also measured for tritium and found to be from $0.1 \pm 0.0 - 4.1 \pm 0.2$ TU .



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....นิวเคลียร์เทคโนโลยี.....

สาขาวิชา.....นิวเคลียร์เทคโนโลยี.....

ปีการศึกษา..... 2539.....

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์ ผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ นางสาวสมคิด บัวเพ็ง หัวหน้าฝ่ายวิชาการและแผนงานน้ำบาดาล กองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งท่านทั้งสองได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และข้อเสนอแนะต่างๆในงานวิจัยเป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ นางศุภฎี ทันตวิวัฒนานนท์ หัวหน้าฝ่ายพัฒนาการป้องกันอันตรายจากรังสี กองสุขภาพ นายพุลสุข พงษ์พัฒน์ ผู้อำนวยการกองสุขภาพ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ได้สนับสนุนและให้ความคิดเห็นในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ นายมานิตย์ ช้อนสุข หัวหน้าฝ่ายเคมีวิเคราะห์ กองเคมี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ได้ให้คำแนะนำและอนุเคราะห์การใช้เครื่องวัดรังสีแบบซิลทิลเลชันของเหลว

ขอขอบพระคุณภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฎ
บทที่	
1 บทนำ	
ความเป็นมาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ขอบเขตการวิจัย	4
ขั้นตอนการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2 ทฤษฎี	
ตรีเทียม	7
แหล่งกำเนิดตรีเทียม	8
การแลกเปลี่ยนไอโซโทป	10
คุณสมบัติของน้ำตรีเทียม	11
การกำหนดช่วงเวลาของไอโซโทปตรีเทียมใน Precipitation	12
การประยุกต์ใช้ไอโซโทปตรีเทียมในการศึกษาเกี่ยวกับน้ำ	13
เครือข่ายการตรวจวัดไอโซโทปในน้ำ	13
การเพิ่มความเข้มข้นตรีเทียม	17
เทคนิควิธีในการเพิ่มความเข้มข้นตรีเทียมในตัวอย่างน้ำ	17
การเพิ่มความเข้มข้นตรีเทียมในตัวอย่างน้ำด้วยเทคนิคอิเล็กโตรไลซิส	18
เครื่องวัดรังสีแบบซิลทิลเลชันในของเหลว	24

หลักการวัดรังสีแบบซิลทิลเลชันในของเหลว	24
ความไวในการนับรังสีสูงสุด	26
การนับรังสีที่เทียบของตัวอย่างที่เพิ่มความเข้มข้นแล้ว.....	26
3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย	
วัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	29
สารรังสีมาตรฐาน	29
Liquid Scintillator	29
สารเคมีทั่วไป	29
อุปกรณ์และเครื่องมือ	29
ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย	30
การทดสอบคุณสมบัติของ Liquid Scintillator	30
การทดลองหา Figure of Merit (FM) และ Counting Efficiency (E)	31
การหาค่า Enrichment Factor ของชุด Electrolytic Cell	31
การตรวจสอบ Contamination จากผลของ Memory Effect	32
การวัดปริมาณตรีเทียมในตัวอย่างน้ำบาดาล	33
การวัดปริมาณตรีเทียมในตัวอย่างน้ำฝน	33
4 ผลการวิจัย	
ผลการทดสอบคุณสมบัติของ Liquid Scintillator	34
ผลการหา Figure of Merit (FM) และ Counting Efficiency (E)	38
การตรวจวัดติดตามค่า Enrichment Factor (R) ของชุด Electrolytic Cell ..	41
ผลการตรวจสอบ Contamination จากผลของ Memory Effect	43
ผลการวัดปริมาณตรีเทียมในตัวอย่างน้ำบาดาล	44
ผลการวัดปริมาณตรีเทียมในตัวอย่างน้ำฝน	44
5 ผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย	47
ข้อเสนอแนะ	49
รายการอ้างอิง	50
ภาคผนวก	53
ประวัติผู้เขียน	55

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1	ไอโซโทปของไฮโดรเจน	7
ตารางที่ 2.2	Tritium emissions and transfers from various power reactors	9
ตารางที่ 2.3	Equilibrium constants for the reaction $HT + H_2O \rightleftharpoons HTO + H_2$	10
ตารางที่ 2.4	ความหนาแน่นสูงสุดของน้ำ	11
ตารางที่ 2.5	Thermodynamic properties of the oxides of hydrogen isotopes	12
ตารางที่ 2.6	เปรียบเทียบปริมาณตรีเทียมใน precipitation ที่บริเวณส่วนต่างๆของโลก	15
ตารางที่ 4.1	คุณสมบัติทางกายภาพของสารละลายผสม	35
ตารางที่ 4.2	ประสิทธิภาพการนับรังสี และ Figure of Merit ที่ window setting ต่างๆ	38
ตารางที่ 4.3	ค่า Enrichment Factor ของชุด Electrode&Electrolytic Cell ครั้งที่ 1	41
ตารางที่ 4.4	ค่า Enrichment Factor ของชุด Electrode&Electrolytic Cell ครั้งที่ 2	42
ตารางที่ 4.5	ผลการตรวจสอบ Memory effect ของชุด Electrode&Electrolytic Cell	43
ตารางที่ 4.6	ผลการวัดปริมาณตรีเทียมในน้ำบาดาล	45
ตารางที่ 4.7	ผลการวัดปริมาณตรีเทียมในน้ำฝน	46

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่ 2.1	Decay scheme of tritium isotope	7
รูปที่ 2.2	Tritium inventory	9
รูปที่ 2.3	Stations co-operating in the IAEA/WMO isotopes in precipitation network	14
รูปที่ 2.4	Electrode & Electrolytic Cell	19
รูปที่ 2.5	การถ่ายทอดพลังงานในระบบวัดรังสีแบบซิลทิลเลชันของเหลว	25
รูปที่ 4.1	Statistics of count rate distribution using diffusion scintillator interval 30 days counting	36
รูปที่ 4.2	Statistics of count rate distribution using non-diffusion scintillator interval 30 days counting	37
รูปที่ 4.3	Tritium spectrum and window setting for optimum measurement	40

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

B	=	background
Bq	=	Becquerel
cpm	=	count per minute
dpm	=	disintegration per minute
E	=	Efficiency
g.	=	gram
k	=	Conversion Factor
LSC	=	Liquid Scintillation Counter
ml.	=	milliliter
N	=	net count
R	=	Enrichment Factor
SBE	=	Spike Before Enrichment
SAE	=	Spike After Enrichment
T	=	tritium
TU	=	Tritium Unit
TR	=	Tritium Ratio
IAEA	=	International Atomic Energy Agency
WMO	=	World Meteorological Organization
NIST	=	National Institute of Standard and Technology
CO ₂	=	carbon dioxide
H ₂	=	hydrogen
Na ₂ O ₂	=	sodium peroxide
Na ₂ CO ₃	=	sodium carbonate
O ₂	=	oxygen